Boll. Soc. Hist. Nat. Balears, 29 (1985): 37-62 Palma de Mallorca.

# ESTUDI D'UNA FORMACIÓ MICROEDÀFICA A L'HABITACIÓ URBANA DE PALMA DE MALLORCA

LL. A. FIOL[1]

PARAULES CLAU: Edafologia, pluges de fang, Palma de Mallorca.

RESUM. En aquest treball estudiam la formació microedàfica que s'origina i desenvolupa a diferents llocs de l'habitació urbana de Palma de Mallorca i que serveix de substrat a bona part de la flora que colonitza aquest indret. Es tenen en compte, per a la seva caracterització, les dades aconseguides de les anàlisis mineralògiques i la possible relació amb les pluges de fang, granulometria, pH, components de la fracció arena gruixada, estudi de l'estructura i altres característiques.

RESUMEN. En este trabajo estudiamos la formación microedáfica que se origina y desarrolla en diferentes lugares de la habitación urbana de Palma de Mallorca y que sirve de substrato a gran parte de la flora que coloniza este ambiente. Se consideran, para su caracterización, los datos conseguidos de los análisis mineralógicos y la posible relación con las lluvias de barro, granulometría, pH, componentes de la fracción arena gruesa, estudio de la estructura i otras características.

SUMMARY. STUDY OF A MICROEDAPHIC FORMATION AT THE URBAN BUILDING IN PALMA DE MALLORCA. In this work we study a microedaphic formation originated and developed in different places of the urban building of Palma de Mallorca. This formation serves as a substract of a great part of the flora that colonizes this habitat. We consider for its caracterization the data obtained from the mineralogical analysis and the possible relation with the muddy rains, the grain size analysis, pH, the components of the fraction of coarse sand, the study of the structure and other characteristics.

[1] Laboratori de Botànica. Facultat de Ciències. Universitat de les Illes Balears.

## INTRODUCCIÓ

El treball que realitzàrem a partir de 1979 amb la intenció de conèixer el poblament florístic de l'habitació urbana de Palma de Mallorca (FIOL, 1983), va incloure la necessitat d'estudiar els substrats que possibiliten l'existència d'aquesta flora. Especial atenció dedicàrem a una formació microedàfica, que es forma damunt teulades, sobretot a les teules canal que formen regueró i les juntes entre teules planes d'encaix, dins canals i canonades de zinc, escletxes dels materials de construcció, entrades d'albellons o ambornals, llocs arrecerats dels terrats, etc., i que fa possible la colonització d'aquest indret per part, sobretot, dels vegetals superiors. A causa del seu reduït tamany, de desconèixer referències bibliogràfiques i per a simplificar la seva denominació al mateix temps que caracteritzar-la, ens referirem a aquesta fomació microedàfica emprant el terme "oligosòl".

Limitàrem el mostreig a sis localitats de les trenta que foren objecte de prospecció florística, a on els sòls formats damunt teules canal o dedins canals de zinc eren d'una potència suficient que permitien una recollida adequada de mostres, tant respecte a la quantitat, com, en segons quins casos, respecte a la possibilitat d'estudiar la seva estructura.

Aquestes localitats foren (figura 1):

L-3, amb sòl abundant, no compacte, dins uns reguerons situats al costat d'una paret, d'un aiguavés orientat al S.

L-8, amb sòl escàs, no compacte, dins una canal de zinc d'un aiguavés orientat al SSO.

L-18, amb sòl abundant dins una canal de zinc i damunt teules canal d'un petit ràfec, en aquest cas sòl compacte. Orientació OSO.

L-21, amb sòl compacte dins uns reguerons d'un aiguavés orientat a l'E, amb una pendent del 20%, i sempre més abundant en els reguerons extrems, pròxims a construccions veïnades.

L-25, amb sòl abundant i compacte per zones, dins una canal de zinc. També dins la part baixa de la majoria dels reguerons d'un aiguavés oriental a l'ENE.

L-29, amb sòl abundant i compacte, dins una canal de zinc d'un aiguavés orientat a l'OSO.

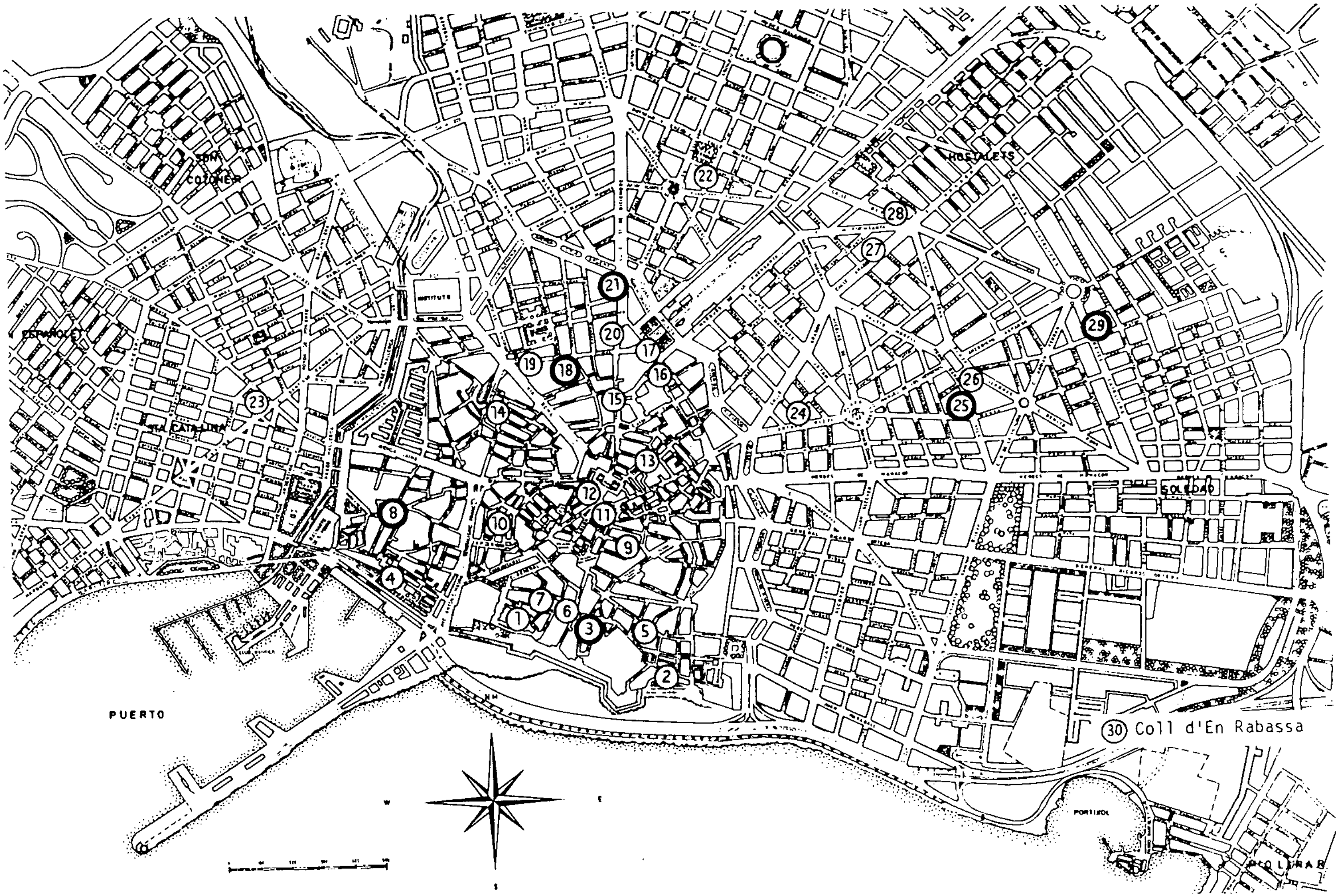



Fig. 1.– Plànol de Palma de Mallorca on es destaquen les 6 localitats de mostreig.

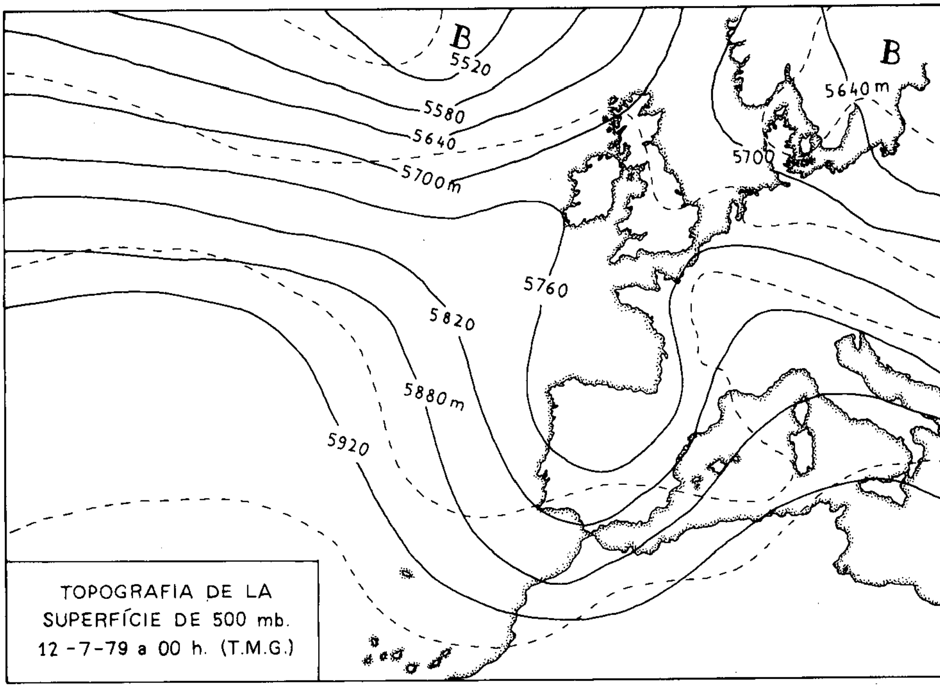
## PLUGES DE FANG

Un fenomen climatològic de baixa freqüència però, en tot cas, gens estrany, és el que fa referència a les pluges de fang procedent del Nord d'Àfrica, que despertà en nosaltres un especial interés, com a possible participant en la formació d'aquest oligosòl.

Segurament degut a la seva desigual intensitat, freqüència i repartició, ha estat un fenomen poc estudiat a les Illes Balears; només segons quins casos molt espectaculars, com el del 28 de maig de 1947, han merescut l'atenció dels estudiosos (COLOM, 1948; JANSÁ, 1948). Darrerament, a diversos països europeus es presta una ampla atenció a aquest fenomen, a causa de les nombroses implicacions que se li van trobant, com podria esser la importancia com a participant en la formació de sòls durant el Quaternari (PRODI & FEA, 1979).

Per la nostra part i com a resultat d'una atenció no exhaustiva, hem registrat vint-i-dos fenòmens d'aquest tipus a Mallorca a partir de 1979:

210579 Palma
120779 Palma
220981 Palma
020882 Palma, Felanitx i Menorca
280882 Palma (Can Tàpara)
310882 Costa d'En Blanes, Pollença i Alcúdia
050982 Palma
170483 Palma
080583 Muro
140583 Palma
310583 Palma (Son Serra)
040783 Palma
190983 Palma
200983 Palma
190684 Palma
210684 Palma
010784 Palma
091184 Palma
240485 Palma
230585 Palma
030785 Palma
300785 Palma



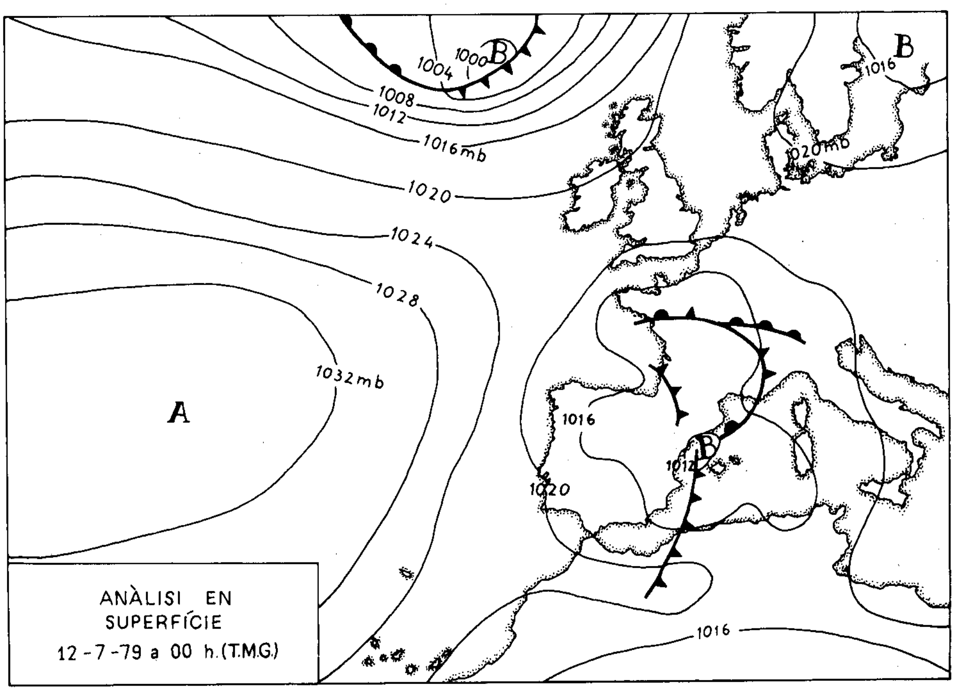




Fig. 2.- Situació metereològica del 120779.

La situació meteorològica dels dies 120779 i 220981, pareix esser una de les més freqüents i favorables perquè es presenti aquest fenomen. Esquemàticament aquesta situació és la següent: una borrasca situada més o manco damunt la Península atreu aire polar marítim de retorn amb direcció Sud-Oest i abans d'arribar a Mallorca passa per damunt el Nord d'Àfrica carregant-se de pols a les valls de la cordillera de l'Atles. La tempesta de pols coincideix amb l'arribada del front; aquesta pot anar o no acompanyada de pluja (JANSÁ, 1948; PRODI & FEA, 1979) (figura 2).

A simple vista aquest fang eòlic està format per una pols molt fina de color ocre, impalpable i untosa al tacte.

Amb una mostra de fang del 120779 s'efectuaren recomptes i mesures a partir d'una sèrie de preparacions microscòpiques, amb la intenció de conéixer aproximadament la seva granulometria. Podem apuntar que un 61% de les partícules són menors de 20 μm i són especialment nombroses les que no arriben a 5 μm. La resta, és a dir, aproximadament un 39%, superen les 20 μm i excepcionalment s'arriba fins a les 80 μm de longitud. Aquestes mides permeten classificar aquest fang com a un llim.

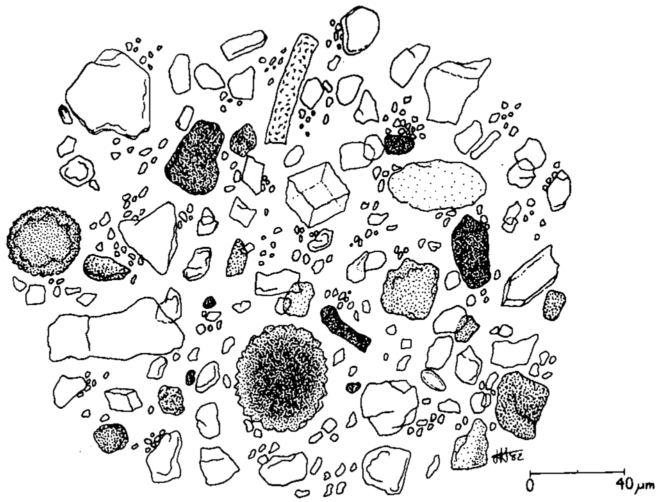
Endemés de les partícules minerals, la naturalesa de les quals tractarem més endavant, s'observen elements d'origen biòtic, sobretot de naturalesa silícia, com són espícules d'esponges, diatomees, etc. (figura 3), que COLOM (1948) considera procedents d'un sediment marí, probablement de fàcies miocènica.

## ANÀLISIS MINERALÒGIQUES

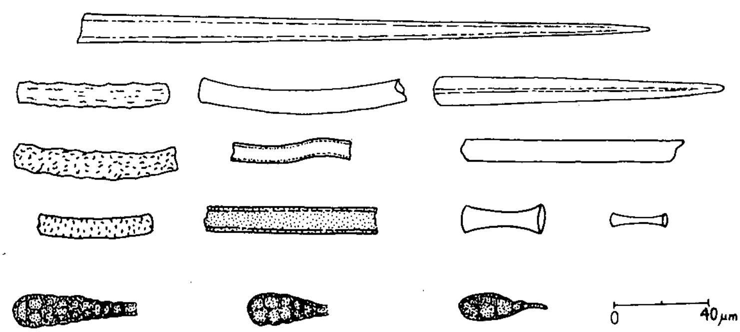
Amb la intenció de conèixer la naturalesa de les partícules que formen aquest oligosòl i la possible relació entre aquest i els materials aportats per les pluges de fang, es realitzaren les anàlisis de sis mostres de sòl de les localitats ja citades, i d'una mostra procedent de la pluja de fang del 12 de juliol de 1979. El métode emprat fou el d'Anàlisi per difracció de raigs X.

Els resultats obtinguts queden reflectits a les taules 1, 2, 3, 4, 5, 6, i 7.

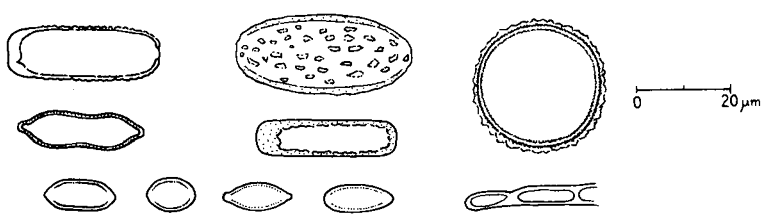
Com es pot veure a la taula 1, els components bàsics de la pluja de fang són calcita i α-quars, amb una mica de dolomita. Aquest resultat no és massa diferent del que apunta COLOM (1948) referent a la pluja de fang del 28 de març de 1947, només que en aquell cas el quars pareix que va esser més abundant. Aquest autor senyala una riquesa del 60% per a aquesta espècie mineral.




a) Aspecte general de la mostra.




b) Espícules d'esponges i espores de fong.




c) Diatomees i altres algues.

Fig. 3.- Diversos aspectes microscòpics de la pluja de fang del 120779.

Més divergents són els resultats que donen PRODI & FEA (1979) per a unes pluges de fang a Itàlia els 18 i 19 de maig de 1977, a on els components principals varen esser quars i caolinita, així com altres argiles. Encara que convé aclarir que a les nostres mostres no es determinà aquest darrer component.

Les anàlisis de les sis mostres restants, que queden reflectides a les altres taules, presenten una composició semblant a la de la pluja de fang, també a base de calcita, α-quars i dolomita com a components principals.

D'aquests resultats creim poder deduir que les pluges de fang participen en la formació d'aquest oligosòl. Amb més raó si consideram les quantitats de terra per metre quadrat que aquestes pluges poden aportar: així, de dues mesures efectuades de les pluges de fang del 2 d'agost de 1982 i del 17 d'abril de 1983 obtinguérem els valors de 1'2 $g/m^2$ i 1'03 $g/m^2$ respectivament. Aquests valors són consemblants al que donen PRODI & FEA (1979) per a Sestola i queden perfectament situats dins els valors, que citen el mateixos autors, per a Israel.

| 2θ | d,Å | Composició |
|---|---|---|
| 20,9 | 4,29 | α-quars |
| 23,1 | 3,85 | calcita |
| 26,7 | 3,338 | α-quars |
| 27,8 | 3,209 | feldespat |
| 28,5 | 3,131 | no identificat |
| 29,4 | 3,038 | calcita |
| 31,0 | 2,885 | dolomita |
| 36,1 | 2,488 | calcita |
| 36,5 | 2,462 | α-quars |
| 39,4 | 2,287 | α-quars |
| 41,1 | 2,197 | dolomita |
| 42,2 | 2,142 | no identificat |
| 43,2 | 2,094 | calcita |
| 45,8 | 1,981 | α-quars |
| 47,5 | 1,914 | calcita |
| 48,5 | 1,877 | calcita |
| 50,1 | 1,821 | α-quars |
| 57,4 | 1,605 | α-quars+calcita |

Taula 1.– Composició mineralògica de la pluja de fang del 120779.

| 2θ | d,Å | Composició |
|---|---|---|
| 20,9 | 4,25 | α-quars |
| 23,1 | 3,85 | calcita |
| 26,6 | 3,35 | α-quars |
| 29,4 | 3,038 | calcita |
| 31,0 | 2,885 | dolomita |
| 35,5 | 2,529 | calcita |
| 39,4 | 2,287 | α-quars+calcita |
| 41,2 | 2,191 | dolomita |
| 43,2 | 2,094 | calcita |
| 45,0 | 2,014 | dolomita |
| 45,8 | 1,981 | α-quars |
| 47,5 | 1,914 | calcita |
| 48,5 | 1,877 | calcita |
| 50,2 | 1,817 | α-quars |
| 50,6 | 1,804 | α-quars+dolomita |
| 51,2 | 1,784 | dolomita |
| 56,7 | 1,623 | calcita |
| 57,5 | 1,603 | calcita |

Taula 2.– Composició mineralògica de l'oligosòl de la L-3.

| 2θ | d,Å | Composició |
|---|---|---|
| 20,9 | 4,25 | α-quars |
| 23,15 | 3,84 | calcita |
| 26,70 | 3,338 | α-quars |
| 29,45 | 3,033 | calcita |
| 30'15 | 2,964 | no identificat |
| 31,0 | 2,885 | dolomita |
| 36,1 | 2,488 | calcita |
| 39,5 | 2,282 | calcita |
| 40,85 | 2,209 | dolomita |
| 43,3 | 2,090 | calcita |
| 47,6 | 1,910 | calcita |
| 48,65 | 1,871 | calcita |
| 57,50 | 1,603 | calcita |

Taula 3.– Composició mineralògica de l'oligosòl de la L-8.

| 2θ | d,Å | Composició |
|---|---|---|
| 20'9 | 4,25 | α-quars |
| 23,1 | 3,85 | calcita |
| 26,7 | 3,338 | α-quars |
| 29,4 | 3,038 | calcita |
| 31,0 | 2,885 | dolomita |
| 36,1 | 2,488 | calcita |
| 39,5 | 2,282 | α-quars+calcita |
| 41,2 | 2,191 | dolomita |
| 43,2 | 2,094 | calcita |
| 47,6 | 1,910 | calcita |
| 48,6 | 1,873 | calcita |
| 50,2 | 1,817 | α-quars |
| 56,7 | 1,623 | calcita |
| 57,5 | 1,603 | calcita |

Taula 4.– Composició mineralògica de l'oligosòl de la L-18.

| 2θ | d,Å | Composició |
|---|---|---|
| 20'65 | 4,30 | α-quars |
| 26,45 | 3,370 | α-quars |
| 29,70 | 3,008 | calcita |
| 30,75 | 2,908 | dolomita |
| 35,75 | 2,512 | calcita |
| 36,4 | 2,469 | α-quars |
| 39,3 | 2,293 | α-quars+calcita |
| 41,0 | 2,202 | no identificat |
| 43,05 | 2,101 | calcita |
| 47,45 | 1,916 | calcita |
| 48,4 | 1,880 | calcita |
| 56,5 | 1,629 | calcita |
| 57,3 | 1,608 | calcita |
| 59,3 | 1,558 | no identificat |

Taula 5.– Composició mineralògica de l'oligosòl de la L-21.

| 2θ | d,Å | Composició |
|---|---|---|
| 20,9 | 4,25 | α-quars |
| 23,1 | 3,85 | calcita |
| 26,25 | 3,395 | aragonita |
| 26,65 | 3,345 | α-quars |
| 29,40 | 3,038 | calcita |
| 31,0 | 2,885 | dolomita |
| 33,20 | 2,698 | hematites |
| 36,1 | 2,488 | calcita |
| 39,5 | 2,282 | calcita |
| 43,25 | 2,092 | calcita |
| 45,4 | 1,998 | aragonita |
| 47,7 | 1,907 | calcita |
| 48,6 | 1,873 | calcita |
| 50,2 | 1,817 | α-quars |
| 56,7 | 1,623 | calcita |
| 57,5 | 1,603 | calcita |

Taula 6.– Composició mineralògica de l'oligosòl de la L-25.

| 2θ | d,Å | Composició |
|---|---|---|
| 20,9 | 4,25 | α-quars |
| 23,15 | 3,84 | calcita |
| 26,7 | 3,338 | α-quars |
| 29,45 | 3,033 | calcita |
| 31,05 | 2,880 | dolomita |
| 36,05 | 2,492 | calcita |
| 39,50 | 2,282 | α-quars+calcita |
| 41,15 | 2,194 | dolomita |
| 42,5 | 2,127 | α-quars |
| 43,25 | 2,092 | calcita |
| 45,85 | 1,979 | α-quars |
| 47,6 | 1,910 | calcita |
| 48,6 | 1,873 | calcita |
| 50,15 | 1,819 | no identificat |
| 56,65 | 1,625 | calcita |
| 57,5 | 1,603 | calcita |

Taula 7.– Composició mineralògica de l'oligosòl de la L-29.

## GRANULOMETRIA

La granulometria influeix en gran manera en la permeabilitat i aireació d'un sòl; això ve determinat pel volum dels porus i, en conseqüència, per les forces de capil·laritat.

Aquestes implicacions degudes a la granulació d'un sòl, han estat la causa de la realització de l'anàlisi mecànica de les sis mostres de sòl recollides.

Vàrem classificar les fraccions de partícules minerals segons els diàmetres proposats per la International Society of Soil Science (ROBINSON, 1967):

| Fraccions | Límits dels diàmetres en mm. |
|---|---|
| Arena gruixuda | 2'0 a 0'2 |
| Arena fina | 0'2 a 0'02 |
| Llim | 0'02 a 0'002 |
| Argila | ‹ 0'002 |

El mètode emprat, a causa de l'alt contingut en carbonats a totes les mostres, va esser el Mètode Internacional d'Anàlisi Mecànica, amb la variant, sense destrucció de carbonats (GUITIÁN y CARBALLAS, 1976).

Els resultats queden indicats a la taula 8 i la seva representació gràfica a la figura 4.

D'aquests resultats, i segons la classificació internacional, podem determinar la textura de les mostres estudiades a partir del diagrama triangular que donen ROQUERO y PORTA (1976). Deduïm que la textura està entre la franca (mostres 3, 21 i 29) i la franco-arenosa (mostres 8, 18 i 25). Això suposa que es pot considerar aquest oligosòl com a equilibrat, i amb més raó si tenim en compte que la fracció arena és sempre la més abundant i que aquest fet és, com apunta WALTER (1973), favorable per a un més bon proveïvent d'aigua a les zones àrides, i creim que és el cas del medi estudiat a nivell de microambients.

És interessant assenyalar que en aquests indrets els sòls més humits també serien, com cita WALTER (1973) per als sòls rocosos fissurats dels llocs àrids, els formats dintre de les escletxes o juntes dels materials de construcció, a on hem vist créixer bona part dels vegetals perennals catalogats.

| Mostra | % Arena Gruixuda | % Arena fina | % Llim | % Argila |
|---|---|---|---|---|
| 3 | 28,2 | 29,7 | 28,4 | 13,6 |
| 8 | 27,2 | 52,2 | 14,2 | 6,3 |
| 18 | 15,4 | 59,2 | 19,8 | 5,5 |
| 21 | 2,6 | 55,4 | 37,1 | 4,8 |
| 25 | 19,3 | 60,2 | 15,1 | 5,3 |
| 29 | 7,6 | 53,8 | 31,9 | 6,6 |

Taula 8.– Resultats, en tant per cent, de les anàlisis granulomètriques efectuades.

## pH

El coneixement d'aquest paràmetre ens interessà, no sols com a participant en la caracterització d'un sòl, sinó per un grapat d'implicacions que apunta BRAUN-BLANQUET (1979), com per exemple:

— Cada planta i, per extensió, cada associació vegetal, té el seu òptim de germinació i creixement dins d'uns marges de pH més o manco estrets.

— Del seu valor depèn la disponibilitat de diferents nutrients.

— Pot ajudar a aclarir la gènesi d'un sòl.

Pel seu estudi es va emprar el mètode de determinació del pH del sòl en aigua, segons la International Society of Soil Science (GUITIAN y CARBALLAS, 1976), i la seva mesura es va efectuar amb un pHmetre amb elèctrode de vidre. Els resultats queden reflectits a la taula 9.

D'aquests valors es dedueix que es tracta de sòls dèbilment alcalins (BRAUN-BLANQUET, 1979) i, com cita STRAHLER (1979), aquests són comuns en climes subhumits i àrids.

| Mostra | 3 | 8 | 18 | 21 | 25 | 29 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| pH | 7.7 | 8.7 | 7.5 | 7.8 | 8.8 | 7.9 |

Taula 9.– Resultats de la determinació del pH a les sis mostres d'oligosòl.

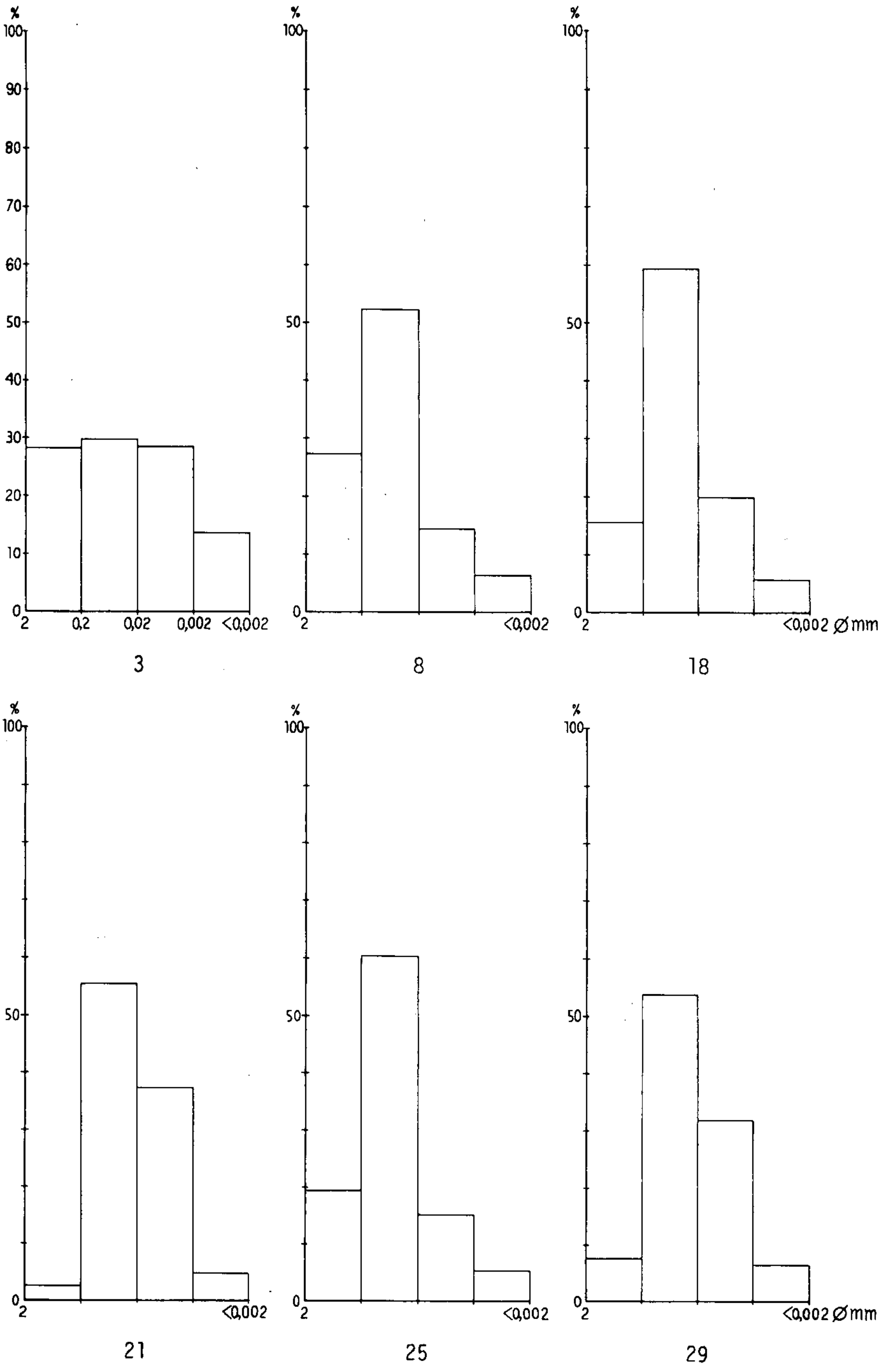



Fig. 4.– Histogrames de les sis mostres d'oligosòl analitzades.

## COMPONENTS DE LA FRACCIÓ ARENA GRUIXUDA

Amb la finalitat de conèixer amb més detall els possibles integrants d'aquest oligosòl es va realitzar un breu estudi de la fracció arena gruixuda, de 2'0 a 0'2 mm. El mètode va consistir en la separació dels diversos components mitjançant una lupa binocular i la seva posterior identificació.

Endemés de les partícules minerals, ja analitzades, trobàrem tota una sèrie de components que ens ajuden a desxifrar la gènesi i desenvolupament d'aquest oligosòl. La presència gairebé constant d'aquests, a totes les mostres estudiades, ens permet presentar-los en forma de llista sense assenyalar la localitat de procedència.

S'han diferenciat dos grups prou clars:

a) Partícules d'origen biòtic:

- Foraminífers

  Bentònics: *Discorbinella globularis, Valvulineria* sp., *Patellina corrugata, Ammonia beccarii, Nonion boueanum, Elphidium crispum, E. macellum, E. macellum* var. *aculeatum, Eponides repandus, Cibicides lobatulus, C. refulgens, Planorbulina acervalis, Sphaerogypsina globula, Nubecularia lucifuga, Quinqueloculina laevigata, Q.* aff. *disparilis, Q. lamarckiana, Q. quadrata, Q. reticulata, Q. seminula, Q. vulgaris, Quinqueloculina* sp., *Triloculina webbiana, Triloculina* sp., *Pirgo* sp., *Massilina secans, Spiroloculina excavata* i *Peneroplis pertusus*. Aquestes espècies suposen un 93% del total.

  Planctònics: *Globigerinoides ruber* i *Orbulina universa,* que sols representen un 7% dels foraminífers trobats.

- Ostràcodes

  Entre altres vàrem observar *Mutilus convexa* i *Cyprideis torosa*.

- Briozous

  Fragments diversos.

- Equinoderms

  Nombrosos fragments d'espícules.

- Mol·luscs

  Lamel·libranquis i gasteròpodes, escassos.

– Artròpodes
Fragments diversos.

Aquests components, especialment els foraminífers en les proporcions assenyalades entre bentònics i planctònics, a més de la preponderància de *Miliolidae* amb un 43% del total, indiquen una arena amb restes d'organismes, que tenen el seu origen a les prades de *Posidonia* (MATEU, 1970). Aquestes arenes, procedents de les dunes litorals, es solen emprar per a la fabricació del morter.

b) Partícules d'origen abiòtic:
Les més abundants i presents a totes les mostres foren la sutja i l'òxid de ferro que es troben en forma de petits resquills. També trobàrem fragments de vidre, teula i pasta plàstica, però sempre de forma més esporàdica.
És interessant apuntar la gran abundància de materials fibrosos d'origen divers que es poden veure a moltes de les mostres, abans del seu tractament per a les anàlisis granulomètriques.

## ESTRUCTURA: CARÀCTERS MACROSCÒPICS I MICROMORFOLOGIA

L'estructura del sòl fa referència a la manera com les partícules que l'integren se junten formant agregats, amb intervenció dels seus col·loides (STRAHLER, 1979).

L'objecte del seu estudi va lligat amb el de la granulació, ja que les conseqüències per al poblament vegetal d'un sòl són les mateixes (BRAUN-BLANQUET, 1979).

Cap de les sis mostres estudiades té unes característiques ben definides, a causa de la seva localització, poca fondària (fins 10 cm) i edat. Com es lògic suposar, no presenten en cap cas un perfil típic amb horitzonts, pertanyen, per tant, a l'ordre dels sòls azonals (ROBINSON, 1967; STRAHLER, 1979), o, tal volta, al tipus de sòls oligogènics caracteritzats per una edafogènesi dèbil o lenta, a causa que les circumstàncies del medi no li permeten anar més endavant (HUGUET DEL VILLAR, 1983).

Particularitzant, els caràcters macroscòpics de les mostres estudiades varen esser:

Mostra 3: Sòl de fins 10 cm de fondària, sense estructura. De color gris

obscur en sec i marró en humit. Presenta gran quantitat de restes vegetals, a més d'arrels.

Mostra 8: Sòl de fins 1 cm de fondària, sense estructura. De color gris en sec i gris-beix en humit.

Mostra 18: Sòl de fins 10 cm a la canal de zinc i de 5 cm de fondària a la teula canal. El sòl de la canal presenta una estructura laminar molt dèbil i és de color gris obscur en sec i marró negrenc en humit. A la part superior presenta un estrat muscinal. El sòl de la teula canal és compacte a causa de la gran quantitat d'arrels.

Mostra 21: Sòl de fins 7 cm de fondària, amb estructura laminar molt fina o fina, el que suposa que els agregats no superen en cap cas 2 mm de gruixa (ROQUERO y PORTA, 1976). De color gris o gris-marró en sec i gris-beix en humit. A la part superior presenta un estrat muscinal.

Mostra 25: Sòl de fins 10 cm de fondària, amb estructura laminar dèbil, mès clara a la part superior. De color gris en sec i beix obcur en humit. A la part superior presenta un estrat format per algues filamentosas i molses que quan es seca se fractura donant lloc a la formació de crostes.

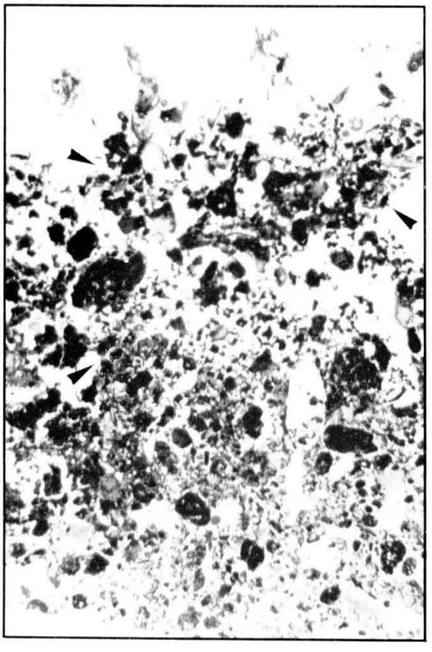
Mostra 29: Sòl de fins 10 cm de fondàra, amb estructura laminar molt fina o fina ; els agregats presenten una gruixa compresa entre 0'5 i 2 mm, excepcionalment arriben fins a 3 mm. De color gris en sec i gris-beix en humit. A la part superior presenta un estrat muscinal.

Com a conseqüència d'haver observat l'estructura laminar, abans citada, i amb l'objecte d'arreplegar més dades per poder intentar una interpretació de la gènesi i desenvolupament d'aquests oligosòls, decidírem efectuar-ne un breu estudi micromorfològic. Aquest va consistir en la preparació de làmines fines, fetes en secció vertical, de mostres intactes de les localitats 18, 21 i 29. La naturalesa d'aquestes mostres va fer necessària la seva consolidació per impregnació i inclusió al buit en resina de poliéster (POMAR, 1976; GUITIAN y CARBALLAS, 1976). Després d'acabada la polimerització es confeccionaren les làmines fines seguint els processos mecànics habituals.

Les preparacions s'estudiaren amb un microscopi òptic polaritzant i es fotografiaren per mitjà d'una lupa binocular.

A la preparació de la mostra 18 no s'observa cap tipus d'estructura, la coherència augmenta amb la profunditat i apareix un inici de cimentació. La part superior està ocupada per un estrat muscinal molt ric en rizoides que aglomeren partícules minerals i orgàniques (figura 5a).

A la preparació de la mostra 21 s'observa un inici d'estructura laminar amb alternància de capes clares, formades per partícules minerals fines, i capes



a) Microfotografía d'una mostra de l'oligosòl de la L-18, on s'assenyalen les zones aglomerades pels rizoides.



b) Microfotografia d'una mostra de l'oligosòl de la L-21, on s'observa un inici d'estructura laminar.



c) Microfotografia d'una mostra de l'oligosòl de la L-29, on s'observa l'alternància de capes clares i obscures.

Fig. 5.– Escala gràfica: 3 mm.

obscures, que interpretam com a més riques en matèria orgànica. La part superior presenta un estrat muscinal ben desenvolupat amb abundància de caulidis i rizoides que donen coherència al sòl (figura 5b).

Les preparacions de la mostra 29 presenten una estructura laminar amb alternància de capes clares, més riques en partícules minerals amb inici de cimentació i capes obscures, més patents a la part superior i que estarien integrades per partícules orgàniques (figura 5c).

A totes les preparacions, a més de les partícules minerals, també es poden observar partícules d'origen biòtic com són: foraminífers, fragments d'espícules d'equinoderms, fragments de mol·luscs i de rodofícies.

## ORIGEN I DESENVOLUPAMENT D'AQUEST OLIGOSÒL. PROCESSOS I FACTORS QUE INTERVENEN EN LA SEVA FORMACIÓ.

Les anàlisis realitzades i l'observació directa ens permeten fer una aproximació sobre l'origen i desenvolupament d'aquesta formació microedàfica peculiar que és el sòl trobat a gairebé tots els llocs de mostreig florístic.

La seva localització ja ens assenyala la importància del vent com a factor responsable del transport, de llarga (llims africans) o curta (arena procedent del morter) tirada, de les partícules que el formen. Hi ha una relació directa entre l'acumulació de sòl a les teulades i les zones on el vent perd velocitat a causa de la topada amb qualque obstacle, de tal manera que a un aiguavés limitat per dues construccions més altes el sòl s'acumula dins els reguerons extrems i més pròxims a les parets que el limiten.

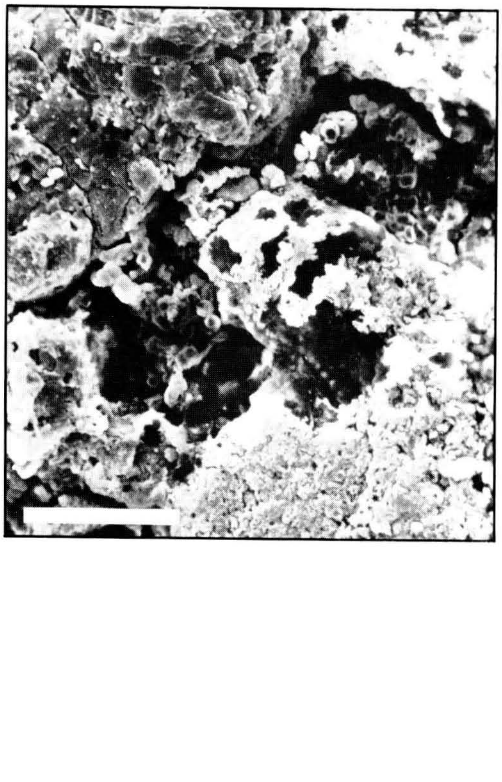
La pluja és un altre factor a tenir en compte, ja que, a més d'actuar com un mitjà de transport i deposició –com en els casos de les pluges de fang–, té un paper preponderant al possibilitar, a llocs ben concrets, la colonització per part de vegetals que a la vegada intervendran en el desenvolupament posterior d'aquest oligosòl.

L'eliminació eficient de les precipitacions dels terrats i aiguavessos, encara que a primera vista pot semblar antagònica amb els processos de formació d'aquest oligosòl, acaba donant un balanç favorable, fins al punt que el transport efectuat per l'aigua d'escorriment es transforma en un factor decisiu per a l'acumulació de partícules dins les canals de zinc, que en molts de casos arriben a quedar curullades.

Un grapat de processos que creim també interessants són els que fan referència a la meteorització dels materials de construcció. La meteorització física



a) Fragment de morter de ciment de la L-21, on es ben patent l'alteració del ciment, a causa d'una biomassa de cianofícies i fongs. Escala gràfica: 1 mm.



b) Electromicrofotografia del mateix morter on s'observa l'efecte corrosiu de la citada biomassa. Escala gràfica: 25 μ m.

Fig. 6

segurament té poc relleu; en tot cas, el fet d'haver trobat petites plaquetes de teula com a component d'aquest oligosòl (fracció arena gruixada), encara que sempre en una petita proporció, i d'haver observat una certa esquistositat a algunes teules i rajoles, ens indicaria una possible alteració produïda pels canvis de temperatura que suporten aquests materials i que durant l'estiu són molt notables. Un efecte semblant seria el produït pels grans de calç de l'interior de la pasta de la teula per efecte de la humitat.

La meteorització química produïda per l'acció de l'anhídrid carbònic dissolt en l'aigua de pluja, creim que és un procés amb més entitat i que actuaria, sobretot, damunt el marès i el morter, on ajudaria a descalçar els grans d'arena que el formen. La dissolució de carbonats, per part de l'aigua de pluja, es confirma amb les anàlisis de l'aigua d'escorriment, que ha passat per damunt l'aiguavés (Fiol, 1983).

També s'observen processos d'oxidació del ferro, que donen lloc a petites plaquetes d'òxid de ferro que igualment entren a formar part d'aquest oligosòl.

La meteorització biològica és segurament la que juga un paper més rellevant, ja sigui la produïda per les arrels de les plantes que hem trobat creixent a les escletxes o juntes del marès o altres materials de construcció, o la que té lloc mitjançant la participació d'organismes vegetals inferiors. Així, les cianofícies i fongs actuarien, sobretot, damunt morter de ciment, alterant-lo. Com es pot veure a les figures 6a i 6b, aquesta biomasa de cianofícies i fongs, de color obscur, voreja els grans d'arena i penetra entre ells, fins a 3 mm de la superfície, aprofitant la porositat de la pasta. Aquest fet indicaria, endemés de l'alteració química deguda a la seva activitat, una acció mecànica per part d'aquests organismes (Pomar, 1976), resultant un procés de descalçament dels grans d'arena, prou notable i eficaç.

La possible acció dels líquens com a agents alterants dels materials de construcció pareix esser molt escassa. Aquest fet es confirma tenint en compte que pràcticament el cent per cent dels líquens catalogats són epilítics (Fiol, (1984) i, com apunta Pomar (1976), seria més important la seva funció protectora del substrat.

Aquets processos de meteorització, sobretot dels diferents tipus de morter (Fullana, 1980), serien la causa de l'aparició d'organismes marins o els seus fragments a totes les mostres de sòl estudiades, com ja hem comentat abans.

La seqüència de colonització de les teules per part dels vegetals ens aporta informació sobre la manera com s'origina aquest oligosòl (figura 7). El poblament florístic comença a les parts més arrecerades i/o on la humitat és més duradora, com seria aquest el cas de les teules canal. Així, després d'una plu-

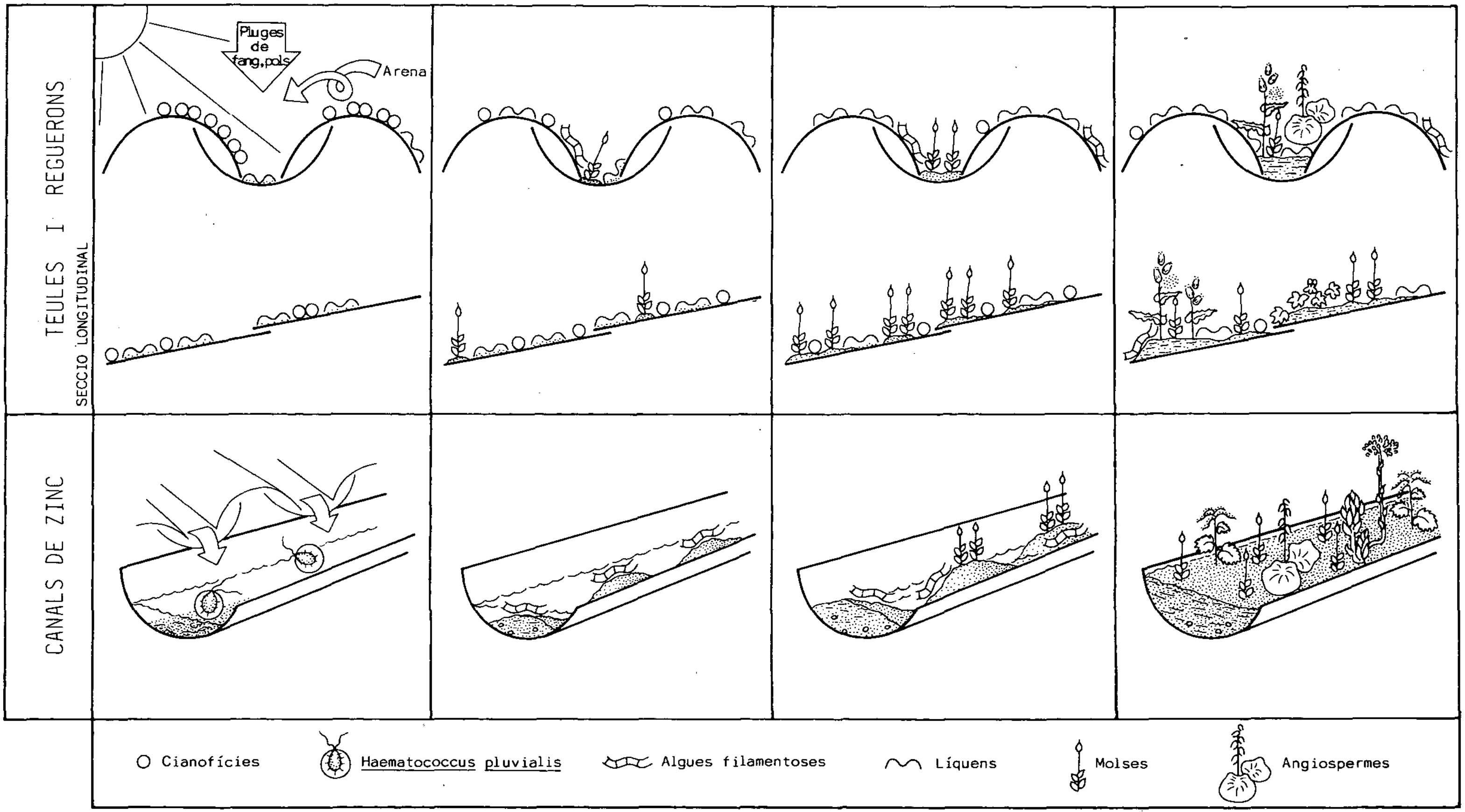



Fig. 7.– Estadis de la colonització de teules, reguerons i canals de zinc.

ja, aquestes teules són les darreres que queden eixutes, i especialment la zona central del rec i el cantell inferior de cada teula. Per tant, aquesta zona és una de les més ràpidament colonitzades per diferents tipus d'organismes, per exemple pel liquen *Verrucaria muralis* Ach., que faciliten la fixació de fines partícules minerals. Aquest procés es fa cada vegada més complex, amb la participació d'un bon grapat de vegetals inferiors, com cianofícies, algues verdes (especialment abundant la filamentosa *Ulothrix rorida* Thuret), altres líquens (*Lecanora albescens* (Hoffm.) Branth & Rostrup, *Caloplaca teicholyta* (Ach.) Steiner, *C. callopisma* (Ach.) Th. Fr., *C. decipiens* (Arn.) Jatta, *Endocarpon pusillum* Hedw., etc.) i molses (*Tortula muralis* Hedw., *Bryum* sp., etc.), el que suposa un augment en la gruixa d'aquesta formació microedàfica. Un obstacle físic pot afavorir aquest procés, però no és ni molt manco imprescindible.

Les darreres teules que formen els reguerons més arrecerats, és la zona que arriba a presentar acumulacions de sòl més importants.

L'estructura de les molses i tal volta el seu creixement, que a les zones templades mostra sovint un acusat ritme anual (STRASBURGER, 1974), participen activament en el definitiu frenatge i deposició de les partícules transportades pel vent (POLUNIN, 1967), i tal volta participarien, juntament amb les algues, en la formació de l'estructura laminar comentada en l'apartat anterior.

La intervenció de les algues es fa més patent en la formació de l'oligosòl que es produeix dins les canals de zinc, que abans de quedar omplides donen lloc, durant embassaments periòdics, a petites comunitats aquàtiques amb algues de diferents tipus, entre elles filamentoses, com *Hormidium flaccidum* (Kützing) A. Braun in Klebs i *Ulothix rorida* Thuret, que es desenvolupen especialment damunt el sòl humit i arriben a formar crostes, biodermes, que pareixen protegir el sòl subjacen. Més tard entren molses i angiospermes. Aquesta dinàmica és consemblant a una de les citades per BURGES, RAW *et al.* (1971) pels "deserts" i "depressions polsoses" d'origen humà.

Quan les angiospermes ja han colonitzat aquest oligosòl, la massa d'arrels arriba a esser tan important que assegura l'estabilitat d'aquell i acaba així la seqüència a nivell macroscòpic, a causa de la falta d'espai físic i d'altres circumstàncies del medi que impossibiliten un posterior desenvolupament. És, però, més que probable que continuï la seva maduració; un indicador d'aquest fet seria la presència de col·lèmbols en quantitats considerables durant el període humit (BURGES, RAW *et al.,* 1971).

## BACTERIS FIXADORS DE NITROGEN I NITRIFICANTS A L'OLIGOSÒL DE LA LOCALITAT 21.

El seu estudi ens va interessar per la seva possible participació a la dinàmica dels composts nitrogenats en els llocs de mostreig, a traves de les anàlisis químiques de l'aigua de pluja i d'escorriment damunt teulades que realitzàrem des d'agost de 1980 fins desembre de 1981 (FIOL, 1983).

El material emprat va consistir en mostres de l'oligosòl de la localitat 21, amb les quals es seguiren els mètodes habituals d'estudi. Així, pels bacteris fixadors de nitrogen s'emprà el medi de Burk (NEWTON *et al.* 1953) sòlid i líquid, i pels bacteris dels grups *Nitrosomonas* i *Nitrobacter* el medi descrit per STANIER *et al. (1976),* també sòlid i líquid.

Pel que fa referència als bacteris fixadors de nitrogen, vàrem concloure que en aquesta mostra hi havia 54 x $10^4$ fixadors de nitrogen/g d'oligosòl. De les proves realitzades deduïm que els bacteris aïllats són probablement fixadors de nitrogen, possiblement *Azotobacter,* ja que són Gram negatius amb cists i càpsules en els cultius vells. Per manca del material adequat no va esser possible dur a terme la prova de reducció de l'acetilè, necessari per a acabar la seva caracterització.

El valor obtingut és més alt que el que hem trobat a la bibliografia consultada (BURGES & RAW, 1971), encara que, per altra banda, JACKSON & RAW (1974) assenyalen que s'han localitzat a vegades gran nombre d'*Azotobacter* en els deserts i sòls arenosos de les dunes, a la zona de les arrels de les plantes.

Respecte als bacteris nitrificants no es va poder quantificar el nombre de les bacteris/ml, ja que en el medi sòlid o no es produí creixement o aquest no es va considerar significatiu. En canvi en el medi líquid s'observaren abundants cocobacils per al grup "Nitrós" i pocs bacils, alguns mòbils, per al grup "Nitro", i les resembres successives sempre varen presentar creixement. Per tot això el seu nombre ha d'esser inferior al de 10 bact./g d'oligosòl, demostrant-se la presència de bacteris nitrificants a la mostra estudiada.

## CONCLUSIONS

D'aquest estudi es poden extreure les següents conclusions:

– L'oligosòl descrit és, sobretot, un depòsit eòlic poligenètic, on l'aigua de pluja juga un paper fonamental pel que es forma dins les canals de zinc. Està constituït principalment per les partícules resultants de la meteorització dels

materials de construcció, les pluges de fang procedents del Nord d'Àfrica i partícules de procedència diversa, però sempre relacionades amb l'activitat del nucli urbà.

– Les anàlisis mineralògiques de la pluja de fang del 120779 i de sis mostres d'oligosòl, donen com a components bàsics calcita, α-quars i una mica de dolomita.

– De l'estudi granulomètric resulta un oligosòl entre franc i franc-arenós.

– Els seus pH presenten uns valors dèbilment alcalins, típics de climes subhumits i àrids.

– La presència a totes les mostres de foraminífers i fragments d'altres organismes marins indiquen una arena de procedència dunar d'origen epinerític, que és la que es sol emprar per a formar el morter.

– En alguns casos aquest oligosòl presenta una estructura laminar molt fina o fina, amb alternància de capes clares i obscures.

– L'origen i posterior desenvolupament d'aquest oligosòl està directament interrelacionat amb els organismes vegetals, de diferents tipus, que el colonitzen i amb el seu creixement.

– De l'oligosòl de la localitat 21 es varen aïllar bacteris probablement fixadors de nitrogen i nitrificants dels grups "Nitrós" i "Nitro".

## AGRAÏMENTS

Tenim el deure i el desig d'expressar el nostre agraïment als Drs.: Lluís Pomar, Antonio Rodríguez, Guillem Mateu, Jordi Lalucat, Lleonard Llorens, Mariona Hernández, A. Traveria; a Antoni Martínez, José Antonio Guijarro, i al Servei de microscòpia electrònica de la Universitat de Barcelona, que d'una o altra manera han fet possible la realització d'aquest treball.

## BIBLIOGRAFIA

BRAUN-BLANQUET, J., 1979.– *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales.* H. Blume Ediciones. Madrid 820 pp.

BURGES, A., RAW, F. *et al.*, 1971.– *Biología del suelo. Aspectos microbiológico, botánico y zoológico.* The New University of Ulster, Coleraine, Irlanda del Norte, Rothamsted Experimental Station, Harpened, Herfordshire, Inglaterra. Ed. Omega. Barcelona.

COLOM, G., 1948.– Las lluvias de barro en Baleares, bajo el punto de vista geológico. *Revista de Geofísica.* Año VII. Nº 26: 194-210.

FIOL, Ll. A., 1983.– *Estudi del poblament florístic de l'habitació urbana de Palma de Mallorca.* Tesi de llicenciatura 225 pp. (inèdit).

FIOL, Ll. A., 1984.– Estudio liquénico de la habitación urbana de Palma de Mallorca. *Anales de Biología,* 1.

FULLANA, M., 1980.– *Diccionari de l'art i dels oficis de la construcció.* Ed. Moll. Palma de Mallorca. 440 pp.

GUITIÁN, F. y CARBALLAS, T., 1976.– *Técnicas de análisis de suelos.* Ed. Pico Sacro. Santiago de Compostela.

HUGUET DEL VILLAR, E., 1983.– *Geo-edafología. Método Universal de Tipología de los suelos como base de su cartografía harmónica.* Publicacions i Edicions de la Universitat de Barcelona. Barcelona 307 pp.

JACKSON, R. M. & RAW, F., 1974.– *La vida en el suelo.* Cuadernos de Biología. Edic. Omega. Barcelona 70 pp.

JANSÁ, J. M., 1948.– *Lluvias de barro registradas en Baleares durante la primavera de 1947. Revista de Geofísica.* Año VII nº 26: 182-193.

MATEU, G., 1970.– *Estudio sistemático y bioecológico de los foraminíferos vivientes de los litorales de Cataluña y Baleraes.* Instituto Español de Oceanografía. Madrid 143 pp.

NEWTON, J. W., WILSON, P. W., & BURRIS, R. H., 1953.– Direct demonstration of ammonia as an intermediate in nitrogen fixation by *Azotobacter. Journal Biol. Chemestry.* 204: 445-451.

POLUNIN, N., 1967.– *Éléments de Géographie Botanique.* Gauthier-Villars. Paris 532 pp.

POMAR, L., 1976.– *Procesos Telodiagenéticos en Rocas Carbonatadas del Litoral Catalán y Baleares: su relación con microorganismos.* Tesis doctoral. Dpto. Petrología, Univ. Barcelona. 279 pp. más Apen. (inédito).

PRODI, F & FEA, G., 1979.– *A case of Transport and Deposition of Saharan Dust Over the Italian Peninsula and Southern Europe. J. Geophys. R.* Vol. 84: 6951-6960.

ROBINSON, G. W., 1967.– *Los suelos. Su origen, constitución y clasificación. Introducción a la Edafología.* Ed. Omega. Barcelona. 515 pp.

ROQUERO, C. y PORTA, J., 1976.– *Agenda de Campo.* Universidad Politécnica de Madrid, E.T.S. Ingenieros Agrónomos. Cátedra de Edafología. Madrid.

STANIER, R. Y., ADELBERG, E. A., & INGRAHAM, J., 1976.– *The Microbial World.* Prentice-Hall, Inc. New Jersey.

STRAHLER, A.N., 1979.– *Geografía Física.* Ed. Omega. Barcelona. 767 pp.

STRASBURGER, E. *et al.,* 1974.– *Tratado de Botánica.* Ed. Marín. Barcelona 799 pp.

WALTER, H., 1976.– *Vegetació i climes del Món. Resum breu d'orientació causal i continental.* Opera Botanica Basica Vol. 1. Departament de Botànica. Facultat de Biología. Universitat de Barcelona. 234 pp.